

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-167035

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

(21)Application number : 09-352113

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.1997

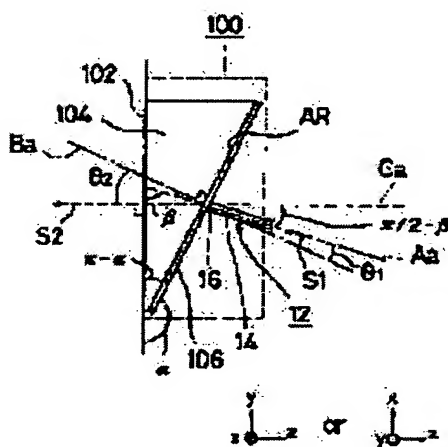
(72)Inventor : YAMADA MITSUSHI

(54) OPTICAL FUNCTION ELEMENT AND OPTICAL COUPLING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical function element and an optical coupling method suitable to be made into a module while residual reflection is suppressed.

SOLUTION: At an input/output part 100 applied to the optical function element, the terminal surface 16 of an optical waveguide 12 (refractive index n_1) is formed on a slanting surface 106 set back from the element end surface 102 and its normal Ba has a tilt angle θ_1 to the waveguide direction Aa of light at a waveguide end part 14. Further, the angle that the normal Ba has to the normal Ca of the element end surface 102 is represented as $(\pi - \alpha)$, where α is the tilt angle the slanting surface 106 has to the element end surface 102. The



input/output part 100 meets $\beta = \alpha - \cos^{-1}(n_2/n_1 \sin \alpha)$ (n_2 : refractive index of area 104) so that an output light signal S2 is outputted along the normal Ca . When the optical function element and an external element are optically coupled at the input/output part 100, for example, a filling material may be provided between the terminal surface 16 and a light receiving surface of the external element.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the crevice from which it is the optoelectronic device which performs I/O of the exterior of said component, and light through the optical waveguide formed in the interior of a component, and withdrew to the end face of the aforementioned component The I/O end face of said optical waveguide is formed, and the orbital tangent in said I/O end face of the; aforementioned optical waveguide accomplishes the 1st inclination to the normal of said I/O end face (however, the 1st inclination is not 0.). ; the optoelectronic device characterized by things.

[Claim 2] The normal of said I/O end face is an optoelectronic device according to claim 1 characterized by what the 2nd inclination is accomplished for to the normal of said component end face (however, the 2nd inclination is not 0.).

[Claim 3] Said the 1st inclination and said 2nd inclination are an optoelectronic device according to claim 2 characterized by being adjusted so that the output light from said I/O end face may be outputted in the direction of a normal of said component end face.

[Claim 4] The optical coupling approach of an optoelectronic device according to claim 1, 2, or 3 characterized by an ingredient with a larger refractive index than 1 intervening between the input screen-ed of an external component into which the output light from said I/O end face is inputted, and said I/O end face.

[Claim 5] Said ingredient is the optical coupling approach according to claim 4 that 4 times of the product of the refractive index of said ingredient and the die length of the optical path of the transmitted light in said ingredient are characterized by being equal to the wavelength of said transmitted light.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical coupling approach of an optoelectronic device, the optical coupling approach and the optoelectronic device which output and input light through optical waveguide in more detail, and its optoelectronic device.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to realize broadband-izing and the high increase in power of an optical-communication device, and low noise-ization conventionally, the approach (the "residual reflective oppressing method" is called below.) of oppressing residual reflection of the output light produced in the optical waveguide end face of an optoelectronic device is developed.

[0003] Under this situation, the effect of residual reflection is large, for example, it can be said that an optical modulator, an optical amplifier, an optical switch, a light wave length filter, a light wave length transducer, or LED (end-face luminescence LED) is the most indispensable technique also in the residual reflective oppressing method since a light corpuscle child's method of residual reflective oppressing usually formed as a device of a single passage mold is especially effective for the improvement in the engine performance of an optical-communication device.

[0004] as the conventional residual reflective oppressing method -- for example, "the present condition of a semiconductor laser optical amplifier", opto-electronics contact, volume [28th] No. 4, and (copy volume 316 No.) pp.53- three approaches are indicated by 58 and 1990.

[0005] The approach currently indicated in the above-mentioned reference by more specifically forming the

approach: nonreflective film (antireflection film) of (a) in a component end face The approach of not reflecting output light by the light corpuscle child end face, the approach of (b) : by forming an end-face aperture between a component end face and optical waveguide the approach of preventing the reflected light in a light corpuscle child end face returning to optical waveguide again by forming optical waveguide in the shape of a slanting stripe to the approach and the approach: component end face of (c) which reduce the joint effectiveness of the reflected light which returns in the direction of optical waveguide -- it comes out.

[0006] Here, the example of the waveguide mold light corpuscle child who applied this conventional residual reflective oppressing method is briefly explained with reference to drawing 20 . In addition, drawing 20 is a top view for explaining the rough configuration of the waveguide mold light corpuscle child 300 who mainly applied the approach of (c).

[0007] The waveguide mold light corpuscle child 300 arranges the optical waveguide 304 leaned several times to the direction of a normal of the cleavage plane 302 which hits a component end face in the shape of a slanting stripe, and has composition which carries out direct continuation to a cleavage plane 302. By this configuration, even if the light by which the guided wave was carried out by optical waveguide 304 reflects by the cleavage plane 302, the reflected light cannot return in the optical waveguide 304 direction, but can oppress residual reflection. In addition, at the time of actuation of the waveguide mold light corpuscle child 300, the light outputted from a cleavage plane 302 is inputted into a non-illustrated external component through the lens 308 fixed to the lens holder 306.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in this conventional waveguide mold light corpuscle child 300, the light outputted from optical waveguide 304 is refracted in a cleavage plane 302. Therefore, the angle (a "light emission elevation" is called hereafter.) which the normal of a cleavage plane 302 and the optical-path shaft of the light outputted into air from a cleavage plane 302 constitute becomes larger than the angle (an "optical waveguide tilt angle" is called hereafter.) which the shaft of optical waveguide 304 and the direction of a normal of a cleavage plane 302 constitute. For example, in the above-mentioned reference, although the optical waveguide tilt angle is set as about 7 times, the light emission elevation turns also to about 23 degrees.

[0009] If a light emission elevation changes greatly, when a diameter tends to condense light using an about several mm small lens from hundreds of micrometers and it is going to lead to the semi-conductor optical waveguide end face of an external component, the lens itself and the fixed holder of a lens collide with the carrier carrying the semiconductor chip or chip of a semiconductor device of a waveguide mold light corpuscle child which outputs light. Therefore, the modularization was difficult for the conventional waveguide mold light corpuscle child.

[0010] Moreover, in order to realize a modularization, generally the method of using a point ball fiber is adopted instead of using a lens. However, the focal distance of a point ball fiber is very as small as about several micrometers, must make a point ball fiber and semi-conductor optical waveguide have to approach very much, and must be arranged, and contact to a point ball fiber and a semi-conductor optical waveguide end face tends to produce it during optical alignment. Therefore, since a possibility of damaging both points is very high, it is not so desirable to use a point ball fiber.

[0011] That is, when the modularization of the conventional waveguide mold light corpuscle child was carried out, reduction of the cost of the light corpuscle child module using a waveguide mold light corpuscle child or an optical integrated circuit was made difficult, without the fall of the yield being unavoidable.

[0012] This invention is made in view of the above-mentioned trouble which the conventional waveguide mold light corpuscle child has, and it aims at the thing suitable for a modularization for which new and the improved optoelectronic device are offered while it reduces residual reflection.

[0013] Furthermore, other purposes of this invention are things which can carry out without damaging the I/O end face of the optical waveguide of an optoelectronic device and for which new and the improved optical coupling approach are offered, aiming at reduction of residual reflection.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention according to claim 1 In the crevice from which it is the configuration of performing I/O of the exterior of a component, and light through the optical waveguide formed in the interior of a component, and withdrew to the end face of component The I/O end face of optical waveguide is formed and the orbital tangent in the I/O end face of optical waveguide

accomplishes the 1st inclination to the normal of an I/O end face (however, the 1st inclination is not 0.). A configuration is adopted. .

[0015] Since invention according to claim 1 can make the optical waveguide itself slanting stripe-like structure to the I/O end face of optical waveguide by this configuration, the reflected light (residual reflected light) produced in an I/O end face at the time of the output of the light from optical waveguide does not return in the direction of optical waveguide. Therefore, the effect of residual reflection can be reduced and a broadband, high power, and the highly efficient optoelectronic device of a low noise can be realized. Furthermore, since invention according to claim 1 is formed in the crevice from which the I/O end face withdrew to the component end face, even if it is a case which needs detailed optical alignment, it does not almost have possibility that an I/O end face will contact an external component. Since it can follow, for example, can be made to be able to stick with an external component and optical coupling can be carried out, handling is easy, there is little damage on optical waveguide, and the optoelectronic device which can be integrated further highly can be realized.

[0016] Furthermore, if the normal of an I/O end face is formed like invention according to claim 2 so that the 2nd inclination may be accomplished to the normal of a component end face, the input light from the outside will be reflected in the input direction and another direction in an I/O end face. Therefore, not only the interferential action by the reflected light of the output light from an I/O end face but the interferential action by the reflected light of the input light to an I/O end face can be reduced. Moreover, in invention according to claim 2, since output light can be outputted towards desired by setup of the 2nd inclination, even if it is the case where optical alignment is carried out to an external component by what kind of arrangement relation, the optoelectronic device corresponding to it is realizable.

[0017] Like invention according to claim 3, the 1st inclination and 2nd inclination are adjusted, and when it constitutes so that output light may be outputted in the direction of a normal of a component end face, a lens, a lens holder, etc. which condense light can be arranged in parallel to the end face of a component further again for the end face of an external component, or an external component. Therefore, since it is not necessary to a component end face to lean light-receiving sides, such as an external component, a lens, and a lens holder, optical alignment, a modularization, etc. become easy.

[0018] Like invention according to claim 4, if the configuration between which it is placed by the ingredient with a larger refractive index than 1 is adopted between the input screen of an external component into which the output light from an I/O end face is inputted, and an I/O end face, optical coupling nature improves further by work of a filler, and since a filler absorbs an impact, optical coupling strong against an impact, vibration, etc. can be realized further further again then. Like invention according to claim 5, if 4 times of the product of the refractive index of an ingredient and the die length of the optical path of the transmitted light in an ingredient adopt a configuration equal to the wavelength of the transmitted light, the same effectiveness as the case where it gives can be acquired further again, without performing nonreflective coating to the I/O end face of an optoelectronic device.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Below, the gestalt of operation of this invention is explained at a detail, referring to an accompanying drawing. In addition, in the following explanation and a drawing, duplication explanation is omitted by ***** which attaches the same sign about the component which has the function and configuration of abbreviation identitas.

[0020] (Gestalt of the 1st operation) The 1st operation gestalt of this invention is first explained to a detail, referring to drawing 1 - drawing 6 . The fundamental configuration of the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation is explained to the beginning with reference to drawing 1 and drawing 2 at a detail. In addition, drawing 1 is the top view showing the rough configuration of the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation, and drawing 2 is the perspective view showing the rough configuration of the I/O section 100.

[0021] In the I/O section 100, as shown in drawing 1 , the waveguide edge 14 of optical waveguide 12 is formed so that the direction Aa of a guided wave of light may incline to the component end face 102 and may have beta. Furthermore, in the I/O section 100, it cuts and the crevice field 104 where the slant face 106 was formed in the oblique side part is formed for the part shown with an abbreviation right triangle in drawing 1 which is a top view by lacking. The slant face 106 of this crevice field 104 has the inclination alpha which gives the 2nd inclination to the component end face 102 while the termination side 16 of optical waveguide 12 is formed. As a result, the direction Aa of a guided wave of

the light of the waveguide edge 14 and the normal Ba of the termination side 16 of the optical waveguide 12 formed in a slant face 106 can form the angle theta 1 which hits the 1st inclination.

[0022] Moreover, it is better to suppress the reflective loss of the lightwave signal in the termination side 16 as much as possible, since the termination side 16 of optical waveguide 12 is equivalent to the I/O end face of light. For this reason, coating of the nonreflective film AR is carried out to the slant face 106 in which the termination side 16 was formed. In addition, it sets in the I/O section 100 and Inclination alpha and Inclination beta are $\beta = \alpha \cdot \cos$ mostly. $\cdot 1 (n_2/n_1 \sin \alpha)$

The waveguide edge 14 and a slant face 106 are formed so that ***** may be filled. In addition, n1 is the refractive index of optical waveguide 12 among a formula, and n2 is the refractive index of the crevice field 104. However, in the gestalt of this operation, since the crevice field 104 is constituted as space by notching, n2 is the refractive index of air.

[0023] Subsequently, if actuation of the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation is succeeding explained with reference to drawing 1 and drawing 2, the lightwave signal S1 by which the guided wave was carried out will be spread to the termination side 16 through the waveguide edge 14 by optical waveguide 12.

[0024] The nonreflective film AR is refracted in the termination side 16 by which coating was carried out (about this refraction, it mentions later.), and the lightwave signal S1 spread to the termination side 16 is outputted as an output lightwave signal S2 from the termination side 16 further again. Furthermore, the output lightwave signal S2 is outputted from the I/O section 100 through the crevice field 104 and the component end face 102.

[0025] Here, when outputted to the crevice field 104 from the termination side 16, the refraction produced when the refractive index n1 of optical waveguide 12 differs from the refractive index n2 of the crevice field 104 is explained.

[0026] According to an artificer's etc. knowledge, in this refraction, the relation of $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ is realized with a Snell's law (law of refraction) between the angle theta 1 which the normal Ba of the termination side 16 and the direction Aa of a guided wave of the light of the waveguide edge 14 constitute, and the angle theta 2 which the output lightwave signal S2 from the termination side 16 over the normal Ba of the termination side 16 constitutes.

[0027] Moreover, when the output lightwave signal S2 is perpendicularly outputted from the termination side 16 to the direction 104 of normal calcium of the component end face 104, i.e., a component end face, it is $\theta_1 = \pi/2$ geometrically. $\cdot (\alpha \cdot \beta)$

It turns out that there is relation of $\theta_2 = \pi - \alpha$.

[0028] Therefore, when this output lightwave signal S2 is outputted in the direction of normal calcium of the component end face 102, it is $n_1 \sin(\pi/2 \cdot (\alpha \cdot \beta)) = n_2 \sin(\pi - \alpha)$.

It will be $\beta = \alpha \cdot \cos$ if it ***** and puts in another way. $\cdot 1 (n_2/n_1 \sin \alpha)$

***** is realized.

[0029] This relation is equal to the relation of Inclination alpha and Inclination beta in the I/O section 100. Therefore, it turns out that the output lightwave signal S2 from the I/O section 100 is perpendicularly outputted from the termination side 16 to the component end face 104.

[0030] Next, the setups of the inclination alpha required in order to carry out actuation which the I/O section 100 explained above, and Inclination beta are explained with reference to drawing 2. In addition, the relation between the inclination alpha in case the ratios (a "refractive-index ratio" is called hereafter.) n_1/n_2 of the refractive index n1 of optical waveguide 12 and the refractive index n2 of the crevice field 104 are in the range of 1.5-3.5, and Inclination beta is shown in drawing 3.

[0031] According to an artificer's etc. knowledge, the configuration medium of the crevice field 104 is air, and when the configuration medium of optical waveguide 12 is a semi-conductor, the refractive-index ratios n_1/n_2 are 3.0-3.5. Therefore, when the I/O section 100 is designed and the angle of the normal calcium of the component end face 104 and the direction Aa of a guided wave of the light in the waveguide edge 14 to accomplish is set as about 7 times (Inclination beta is about 83 degrees in this case.), Inclination alpha will be set as $\alpha \cdot 170$ degrees (it is $\pi - \alpha - 10$ degree in this case.).

[0032] Moreover, when according to an artificer's etc. knowledge the configuration medium of the crevice field 104 is air and the configuration media of optical waveguide 12 are dielectrics using glass etc., such as a PLC component and a fiber, the refractive-index ratios n_1/n_2 are 1.5-2.0. Therefore, when the I/O section 100 is designed and Inclination beta is designed at about 7 times, Inclination alpha will be set as $\alpha = 166 \cdot 160$ degrees (it is $\pi - \alpha = 14-20$ degree in this case.).

[0033] Next, the approach of the optical coupling between the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation and the external components 202, such as an optical fiber or a PLC component, is explained, referring to drawing 4 .

[0034] As shown in drawing 4 , the external component 202 is constituted by the condition that the GURADDO section 206 formed in the perimeter of the core section 204 and the core section 204 is unreserved to the exterior of the external component 202 at a cleavage plane 208. ** it does not make a clearance for the cleavage plane 208 of this external component 202 at all to the component end face 102 of the I/O section 100, make whether it is merely small, it makes a clearance counter, and optical coupling is performed. In addition, the physical relationship of the component end face 102 and the end face 210 of the external component 202 is adjusted so that the output lightwave signal S2 from the termination side 16 may input into the core section 204 of the external component 202.

[0035] By optical waveguide 12, the lightwave signal S1 by which the guided wave was carried out is outputted in the direction of normal calcium of the component end face 102 from the termination side 16 by this configuration, and incidence is carried out to the core section 204 of the external component 202 through the crevice field 104. Moreover, when optical coupling of the I/O section 100 and the external component 202 is carried out to this appearance, according to the angle of divergence of the output lightwave signal S2 from the termination side 16, the material used for the approach of end-face coating or end-face coating may be appropriately set to the component end face 102.

[0036] In addition, the application of the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation is not limited to optical coupling with the external components 202, such as an optical fiber or a PLC component. For example, as shown in drawing 5 and drawing 6 , optical coupling section 200a and optical coupling section 200b can also be constituted using component 202a and component 202b which have the I/O section 100 and the edge of this structure instead of. [the external components 202, such as an optical fiber and a PLC component,] In addition, the gestalt of operation shown in drawing 5 shows the example which made it possible to be allotted at an include angle which the slant face 106 of the I/O section 100 and I/O end-face 206of component 202a a intersect, and to allot the direction of the waveguide 12 of the I/O section 100, and the direction of the waveguide 204 of component 202b in the abbreviation same direction. On the other hand, the gestalt of operation shown in drawing 6 shows the example which made it possible to allot the slant face 106 of the I/O section 100, and I/O end-face 206of component 202b b at an angle of abbreviation parallel, and to allot so that the direction of the waveguide 12 of the I/O section 100 may differ from the direction of waveguide 204b of component 206b.

[0037] Next, the effectiveness of the I/O section 100 concerning the gestalt of this operation is explained with reference to drawing 4 , drawing 7 , and drawing 8 . as shown in drawing 7 , in the I/O section 100, the termination side 16 accomplishes a perpendicular to optical waveguide 12 -- as -- it is not arranged. Therefore, according to the gestalt of this operation, when outputting the output lightwave signal S2 from the I/O section 100, the light ("internal end-face reflective return light" is called hereafter.) Pi which reflects in respect of [16] termination and returns to the optical waveguide 12 interior can be reduced sharply. The cross protection which originated in the internal end-face reflective return light Pi which is residual reflection as a result can be reduced.

[0038] furthermore, as show in drawing 7 , when a lightwave signal S1 be perpendicularly input into the I/O section 100 from the lens L fixed by the lens holder H to the component end face 102, the reflected light ("external end face reflective return light" be call hereafter.) Po produce by residual reflection in the termination side 16 return to a path different from a lightwave signal S1. External end-face reflective return light has a path different also from the output lightwave signal S2 from termination side 16a further again. As a result, the cross protection resulting from the external end-face reflective return light Po can be reduced sharply.

[0039] Furthermore, in the I/O section 100, as shown in drawing 8 , if the component end face 102 and Lens L are arranged in parallel, the shaft of Lens L is set as the shaft of the output lightwave signal S2 at parallel, namely, incidence of the output lightwave signal S2 can be carried out at right angles to Lens L. Also when it follows, for example, a diameter condenses the output lightwave signal S2 using the lens L with a magnitude of several mm from hundreds of micrometers, it is possible to hold sufficient spacing easily between Lens L, a lens holder H, and the component end face 102. The optoelectronic device which applied the I/O section 100 which starts the gestalt of this operation as a result can suppress the possibility of breakage by contact of components low in the case of optical alignment.

[0040] The ease of this optical alignment is advantageous further again, also when integrating in the shape of an array and forming the I/O section 100. That is, in order for what is necessary to be just to arrange the end face of the

external component which carries out optical coupling to the component end face 102 in parallel with the component end face 102, it is not necessary to make processing special to an external component, for example, the input section, incline. Therefore, even if it integrates the I/O section 100 in the shape of an array on an optical integrated circuit, optical coupling nature with an external component is highly maintainable.

[0041] Also when leading light to the I/O section 100 from the exterior, the same effectiveness can be expected further again. That is, both reduction of residual reflection and reservation of the ease of optical coupling are maintainable.

[0042] Since the termination side 16 has withdrawn into the interior of the I/O section 100 to the component end face 102, possibility that an optical waveguide end face will contact other direct matter in the cases, such as a coating process of the optical waveguide end face after chip cleavage produced conventionally and another erectors degree, decreases further again. Therefore, the cheap high waveguide mold light corpuscle child of the yield is realizable.

[0043] In carrying out optical coupling to the external component 202 in the I/O section 100 further again when the termination side 16 has structure which withdrew to the component end face 102 as shown in drawing 4 , the component end face 102 of the I/O section 100 and the cleavage plane 208 of the external component 202 are stuck, and it can carry out optical coupling. The stray light generated in the I/O end face of a noise or optical waveguide which can reduce the multiple echo in the optical coupling section, for example, is generated in the propagation process of light as a result can be reduced.

[0044] Even if it is the case where the I/O section 100 and the external component 202 are not stuck, optical alignment can be performed further again, without taking into consideration damage on the termination side 16. Therefore, the distance between the component end face 102 which performs optical coupling, and the cleavage plane 208 of the external component 202 can be kept constant with a sufficient precision, and a light corpuscle child module with a uniform property can be manufactured.

[0045] (Gestalt of the 2nd operation) The waveguide mold light corpuscle child 10 concerning the gestalt of this operation has structure which allotted the 1st and 2nd I/O sections 100a and 100b through optical waveguide 12, as shown in drawing 9 and drawing 10 . In addition, since the 1st and 2nd I/O sections 100a and 100b have the I/O section 100 and abbreviation same structure concerning the gestalt of the 1st operation where it already explained, about the configuration and the operation effectiveness, they omit detail explanation and are made to explain only the characteristic part below. That is, the waveguide mold light corpuscle child 10 concerning the gestalt of this operation becomes the single transparency structure which performed coating of the nonreflective film AR to the both-ends side (termination side 16a and termination side 16b) of the optical waveguide 120 which is equivalent to the I/O side of a lightwave signal. For this reason, the waveguide mold light corpuscle child 10 can also constitute as the light modulation element and optical amplification component of a transparency mold, if for example, a light modulation means, an optical amplification means, etc. are installed in optical waveguide 120.

[0046] Next, about actuation of the waveguide mold light corpuscle child 10 concerning the gestalt of this operation, if it explains referring to drawing 9 and drawing 10 succeedingly, when a lightwave signal S1 is inputted into the waveguide mold light corpuscle child 10 from 2nd I/O section 100b, a lightwave signal S1 will be inputted into him from termination side 16b at optical waveguide 120 through crevice field 104b which I/O section 100b cut and was lacked. Furthermore, the guided wave of the lightwave signal S1 is carried out by optical waveguide 120, and it is spread to termination side 16a in 1st I/O section 100a of optical waveguide 120.

[0047] The nonreflective film AR is refracted in termination side 16a by which coating was carried out, and the lightwave signal S1 spread to termination side 16a is outputted as an output lightwave signal S2 from termination side 16a further again. Furthermore, the output lightwave signal S2 is outputted by the waveguide mold light corpuscle child 10 through crevice field 104a and component end-face 102a.

[0048] On the other hand, in the waveguide mold light corpuscle child 10, when a lightwave signal S1 is inputted from the 1st I/O section 100a side, a lightwave signal S1 passes along a path contrary to the case where a lightwave signal S1 is inputted from the 2nd I/O section 100b side, and is outputted as an output lightwave signal S2 from termination side 14b in 2nd I/O section 100b of optical waveguide 120. In addition, like the case where a lightwave signal S1 is inputted from the 2nd I/O section 100b side also in this case, a lightwave signal S1 is refracted by termination side 16b, and is outputted in the normal Cb direction of component end-face 102b as an output lightwave signal S1.

[0049] The waveguide mold light corpuscle child 10 concerning the gestalt of this operation can acquire the same

effectiveness with the gestalt of implementation of the above 1st having explained. That is, the waveguide mold light corpuscle child 10 can secure the ease of optical alignment, and high optical coupling nature with an external component, and is suitable also for the modularization further while he can control the interferential action by the residual reflection in termination side 16a of optical waveguide 120, and termination side 16a.

[0050] (Gestalt of the 3rd operation) The gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained below with reference to drawing 11 and drawing 12 . In addition, drawing 11 is a top view for explaining the waveguide mold light corpuscle child's 20 rough configuration, and drawing 12 is sketch drawing from [of the rough configuration] strabism. Moreover, detailed explanation is substantially abbreviated to the component explained in the gestalt of the above 1st and the 2nd implementation among the components of the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of the 3rd operation by ***** which attaches the sign of abbreviation identitas about the same thing.

[0051] If the configuration of the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of this operation is explained to the beginning, in the waveguide mold light corpuscle child 20, in the I/O edge 24, I/O section 100a of the I/O section 100 concerning the gestalt of implementation of the above 1st and this configuration is arranged, and coating of the total reflection film HR is carried out to the component end face 26 by which the I/O edge 24 is located in the opposite side. Furthermore, I/O section 100a and the total reflection film HR are connected by optical waveguide 28.

[0052] Therefore, the waveguide mold light corpuscle child 20 can make it the light modulation element and optical amplification component of the duplex passage mold (reflective mold) with which coating of the total reflection film HR was carried out to the component end face 26, if for example, a light modulation means, an optical amplification means, etc. are installed in optical waveguide 28.

[0053] The guided wave of the lightwave signal S1 inputted into I/O section 100a from the waveguide mold light corpuscle child 20 exterior is carried out by this configuration, and it is transmitted to the component end face 28 by optical waveguide 28 by it. Furthermore, it is reflected in the total reflection film HR, and again, the guided wave of the lightwave signal S1 transmitted to the component end face 28 is carried out by optical waveguide 28, and it is spread to I/O section 100a by it. In I/O section 100a, a lightwave signal S1 is outputted in the direction of normal calcium of component end-face 102a as an output lightwave signal S2 after refraction from termination side 16a to which coating of the nonreflective film AR was carried out.

[0054] In the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of this operation explained above, the external end-face reflective return light Po has another lightwave signal S1 and output lightwave signal S2 from I/O section 100a, and path to I/O section 100a. Therefore, since the waveguide mold light corpuscle child 20 can reduce sharply the cross protection resulting from the external end-face reflective return light Po, though manufacture is easier than the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of the 1st operation, same extent as the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of the 1st operation or the effectiveness beyond it is acquired. Moreover, the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of this operation can reduce the cross protection resulting from internal end-face reflective return light (not shown) as well as I/O section 100a concerning the gestalt of implementation of the above 1st.

[0055] Furthermore, since termination side 16a is withdrawn and formed in the I/O section 100a side of the waveguide mold light corpuscle child 20 concerning the gestalt of this operation rather than component end-face 102a, possibility that termination side 16a will be damaged in the cases, such as optical alignment and optical coupling with other components, decreases sharply. Furthermore, the waveguide mold light corpuscle child 20 can be integrated by outputting the output lightwave signal S2 to the I/O section 100a side in the direction of normal calcium of component end-face 102a, without giving a limit in any way to the light-receiving side of other components.

[0056] When installing for example, a light modulation means, an optical amplification means, etc. in optical waveguide 28 and using a waveguide mold light corpuscle child as a light modulation element or an optical amplification component further again, it is possible to run in a modulation or magnification in an outward trip and a return trip to light. Therefore, it becomes possible to pile up the effectiveness of a modulation or magnification, and various outgoing radiation light can be obtained.

[0057] (Gestalt of the 4th operation) Next, the gestalt of operation of the 4th of this invention is explained with reference to drawing 13 and drawing 14 . In addition, drawing 13 is the perspective view showing the rough

configuration of the waveguide mold light corpuscle child 30 of the transparency mold concerning the gestalt of this operation, and drawing 14 is a sectional view in E-E in the waveguide mold light corpuscle child's 30 drawing 13 , and F-F'.

[0058] First, the configuration of the waveguide mold light corpuscle child 30 of the transparency mold concerning the gestalt of this operation is explained. In the waveguide mold light corpuscle child 30, as shown in drawing 13 , 1st I/O section 100c is arranged at the component end-face 30c side of optical waveguide 32. On the other hand, the 100d of the 2nd I/O sections is arranged at 30d side of component end faces of optical waveguide 32. It regards as these 1st I/O section 100c and 100d of the 2nd I/O sections from x in drawing 13 direction, and has the same configuration as the I/O section 100 concerning the gestalt of implementation of the above 1st shown in drawing 1 .

[0059] That is, in 1st I/O section 100c, as shown in drawing 14 , waveguide edge 34a of optical waveguide 32 (refractive index n_1) is formed so that the direction A_c of a guided wave of light may incline to component end-face 30c and may have δ . Furthermore, it sets to 1st I/O section 100c, and is the waveguide mold light corpuscle child's 30 side (it is the case where it sees from x in drawing 14 direction.). in addition, in drawing 11 , the direction of y and the direction of a normal of component end-face 30c are set to z for the direction of a vertical. from -- by cutting and lacking the part which saw and was formed in the abbreviation right triangle, slant-face 106c with the inclination γ which hits the 2nd inclination to component end-face 30c is formed. As a result, the direction A_c of a guided wave of the light of waveguide edge 34c and the normal B_a of termination side 36c of the optical waveguide 32 formed in slant-face 106c can form the angle θ_3 which hits the 1st inclination.

[0060] Moreover, it is better to suppress the reflective loss of the lightwave signal in termination side 16c as much as possible in 1st I/O section 100c, since termination side 36c of optical waveguide 32 is equivalent to the I/O end face of light. For this reason, coating of the nonreflective film AR is carried out to slant-face 106c in which termination side 16c was formed.

[0061] Furthermore, Inclination γ and Inclination δ are $\delta = \gamma \cdot \cos$ mostly, using the refractive index of the exterior of termination side 16c as n_2 in 1st I/O section 100c. $\cdot 1 (n_2/n_1 \sin \alpha)$

Waveguide edge 34c and slant-face 106c are formed so that ***** may be filled. On the other hand, the 100d of the 2nd I/O sections is also constituted like this 1st I/O section 100c.

[0062] When a lightwave signal S1 is inputted into the waveguide mold light corpuscle child 30 concerning the gestalt of this operation which has this configuration from 100d side of the 2nd I/O sections, the lightwave signal S1 which has spread the normal C_d top of 30d of component end faces is inputted into optical waveguide 32 from 36d of termination sides. Furthermore, the guided wave of the lightwave signal S1 is carried out by optical waveguide 32, and it is spread to termination side 36 of 1st I/O section 100c c by it. A lightwave signal S1 is refracted in termination side 36c, and is outputted in the direction of normal C_c of component end-face 30c as an output lightwave signal S2 further again.

[0063] On the other hand, when a lightwave signal S2 is inputted from 1st I/O section 100c (not shown), in sequence contrary to the case where a lightwave signal S2 is inputted from 100d side of the 2nd I/O sections, it passes through the waveguide mold light corpuscle child 30 interior, and is outputted as an output lightwave signal S2 from the 100d of the 2nd I/O sections.

[0064] Also in the waveguide mold light corpuscle child 30 concerning the gestalt of this operation explained above, the effect of the residual reflection in termination side 36c of optical waveguide 32 and 36d of termination sides can be suppressed like the gestalt of the above 1st and the 2nd implementation. Moreover, in the waveguide mold light corpuscle child 30 concerning the gestalt of this operation, while termination side 36a and 36d of termination sides have withdrawn rather than the component end faces 30c and 30d, the output lightwave signal S2 is outputted in the direction of a normal of both the components end face. Therefore, while possibility that termination side 36c and 36d of termination sides will be damaged decreases sharply, it can integrate, without processing attaching an inclination to the light-receiving side of other components etc.

[0065] (Gestalt of the 5th operation) Next, the gestalt of operation of the 5th of this invention is explained with reference to drawing 15 and drawing 16 . In addition, drawing 15 is the perspective view showing the rough configuration of the waveguide mold light corpuscle child 40 of the reflective mold concerning the gestalt of this operation, and drawing 16 is a sectional view in G-G in the waveguide mold light corpuscle child's 40 drawing 50, and H-H'.

[0066] The waveguide mold light corpuscle child 40 has composition which arranges component end-face 40a which coated the total reflection film HR instead of arranging 100d of I/O sections in the waveguide mold light corpuscle child 30 (drawing 13) concerning the gestalt of the 3rd operation, as shown in drawing 15 . That is, the waveguide mold light corpuscle child 40 concerning the gestalt of this operation can call it the example of the reflective mold of the waveguide mold light corpuscle child 30 concerning the gestalt of the 3rd operation.

[0067] Therefore, he can get various output light, maintaining the fitness over control and the modularization of residual reflection, since the waveguide mold light corpuscle child 40 concerning the gestalt of this operation can change light in an outward trip and a return trip.

[0068] (Gestalt of the 6th operation) Next, the gestalt of the 6th operation is explained with reference to drawing 17 - drawing 19 . In addition, drawing 17 is the explanatory view of the optical coupling section 250 which applied the optical coupling approach concerning the gestalt of this operation, and drawing 18 and drawing 19 are the explanatory views of other optical coupling section 250a which applied the optical coupling approach concerning the gestalt of this operation, and optical coupling section 250b.

[0069] The optical coupling section 250 is constituted in the optical coupling section 200 of the I/O section 100 and the external component 202 which were explained in the gestalt of implementation of the above 1st and which are shown in drawing 1 by filling up the crevice field 104 of the I/O section 100 with the adhesives 252 of UV hardening as a mediation ingredient, as shown in drawing 17 . That is, as shown in drawing 17 , in the optical coupling section 250, the slant face 106 of the I/O section 100 and the cleavage plane 208 of the external component 202 are pasted up with the adhesives 252 with which the crevice field 104 of the I/O section 100 was filled up. In addition, in the optical coupling section 250, the physical relationship of the end face 210 of the external component 202 and the component end face 102 is adjusted so that the output lightwave signal S2 from the termination side 16 may be inputted into the core section 204.

[0070] By this configuration, the output lightwave signal S2 outputted from optical waveguide 12 in the termination side 16 is inputted into the core section 204 through the crevice field 104 and the component end face 102 with which adhesives 252 were filled up.

[0071] In addition, in the gestalt of this operation, the termination side 16 may perform end-face coating of a suitable reflection factor according to the refractive index of optical waveguide 12 and the core section 204. Furthermore, as for the distance of the component end face 102 and the termination side 16, it is desirable to set up appropriately the refractive index and the termination side 16 of adhesives 252 in consideration of an angle of divergence, the end-face coating approach, etc. in case the output lightwave signal S2 carries out outgoing radiation.

[0072] in the optical coupling section 250 which start the gestalt of this operation show in drawing 17 further again , if the refractive index n_3 of adhesives 252 be make larger than the refractive index (< 1) of air or a vacuum , namely , it adjust so that the relation of $1 < n_3$ may be satisfy , breadth (beam divergence by the diffraction effectiveness of light) of the lightwave signal S1 produce between the end face 210 of the core section 204 and the termination side 16 can be make smaller .

[0073] Furthermore, in the optical coupling section 250 concerning the gestalt of this operation, the refractive index n_1 of optical waveguide 12, the refractive index n_3 of adhesives 252, and the refractive index n_4 of the core section 204 so that the relation of $n_1 < n_3 < n_4$ or $n_1 > n_3 > n_4$ may be filled When it sets up and distance between the termination side 16 which is the optical path of the output lightwave signal S2 in adhesives 252, and the cleavage plane 210 of the core section 204 is set to z , it is able to make it to satisfy the relation of $4n_4 z = \lambda$. However, λ is the vacuum of light, or the wavelength in the inside of air.

[0074] Nonreflective conditions can be satisfied between the termination side 16 and the end face 210 of the core section 204, without performing nonreflective coating to the termination side 16 beforehand at this time.

[0075] If the optical coupling approach concerning the gestalt of this operation is used, the adhesion of the optical coupling section 250 will improve by using adhesives 252, for example. Furthermore, in order that adhesives 252 may play the role of a cushion, the resistance over a mechanical shock, vibration, etc. becomes possible [creating a high light corpuscle child module].

[0076] Furthermore, beam divergence by the diffraction effectiveness of the light between the termination side 16 and the cleavage plane 210 of the core section 204 can be made small by using the adhesives 252 with a larger refractive index n_3 than 1. Therefore, the optical coupling effectiveness of the optical coupling section can be raised. End-face

coating is not performed to the termination side 16 of optical waveguide 12, but it becomes possible also for ** to realize nonreflective conditions further again.

[0077] As the gestalt of this operation is shown in drawing 18 and drawing 19, optical coupling section 250a and optical coupling section 250b may be formed further again by the optical coupling approach which starts the gestalt of this operation using external component 250a and external component 250b which have the I/O section 100 and this structure in the external component 250. In addition, since the structure shown in drawing 18 and drawing 19 is the same as the structure shown in drawing 5 and drawing 6 except being filled up with Fillers 252a and 252b, about the member which has the functional configuration of abbreviation identitas, duplication explanation is omitted by ***** which attaches the same reference number.

[0078] As mentioned above, although the gestalt of suitable operation of this invention was explained referring to an accompanying drawing, this invention is not limited to this configuration. In the criteria of the technical thought indicated by the claim, if it is this contractor, it can hit on an idea for various kinds of examples of modification and examples of correction, and will be understood as what belongs to the technical range of this invention also about the example of these modification, and the example of correction.

[0079] For example, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the waveguide mold light corpuscle child was mentioned as the example and explained, this invention is not limited to this configuration. This invention is applicable also to the component integrated combining suitably other various application optoelectronic devices, for example, laser, light modulation element, mode transformation component, PD, optical switch, spectral separation component, multiplexing component, optical filter, wavelength sensing element, LED (end-face luminescence LED), DFB-LD, or these components.

[0080] Moreover, this invention is applicable also to the waveguide mold light corpuscle child who has various ingredients and structures, a dimension, etc.

[0081] Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the waveguide mold light corpuscle child who coated the end face with AR film and HR film was mentioned as the example and explained, this invention is not limited to this configuration. This invention can apply an end face also to the waveguide mold light corpuscle child to whom coating was performed with the formation approach of other various end-face coatings, the number of layers of the coating film, the ingredient of the coating film, etc.

[0082] Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the optical coupling approach using the adhesives of UV hardening was mentioned as the example and explained as a packing material, this invention is not limited to this configuration. This invention is applicable also to the optical coupling approach using the adhesives of stiffened UV hardening, or other various packing materials.

[0083]

[Effect of the Invention] According to this invention, the interferential action by the reflected light generated in residual reflection can be prevented, and an optoelectronic device with easy maintaining whenever [optical coupling] highly further and optical alignment can be realized. Therefore, the comparatively easy modularization of an optoelectronic device becomes possible.

[0084] Furthermore, since it will be in the condition that the optical waveguide end face in an optoelectronic device was protected according to this invention, possibility of doing damage to optical waveguide at the time of production of an optical integrated circuit and construction of optical system etc. can be reduced. Therefore, it becomes possible to offer the cheap high optical integrated circuit and the optical system of the yield.

[0085] According to this invention, the optical coupling approach that there is the same effectiveness as the case where a component end face is coated with the nonreflective film only by making an ingredient intervene becomes possible further again. Therefore, an end-face coating process can be skipped and the improvement in the further yield of an optical module and cost reduction become possible from the production process of the optoelectronic device which carries out a modularization.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the outline configuration of the I/O section which can apply this invention.

[Drawing 2] It is the rough perspective view of the I/O section shown in drawing 1 .

[Drawing 3] It is the explanatory view of the setups of the I/O section shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is the explanatory view of the approach of optical coupling with the other components of the I/O section shown in drawing 1 .

[Drawing 5] It is the explanatory view of the approach of other optical coupling of the I/O section and the other components which are shown in drawing 1 .

[Drawing 6] It is the explanatory view of the approach of other optical coupling of the I/O section and the other components which are shown in drawing 1 .

[Drawing 7] It is the effectiveness explanatory view of the I/O section shown in drawing 1 .

[Drawing 8] They are other effectiveness explanatory views of the I/O section shown in drawing 1 .

[Drawing 9] It is the top view showing the outline configuration of the waveguide mold light corpuscle child who can apply this invention.

[Drawing 10] It is the perspective view showing a waveguide mold light corpuscle child's rough configuration shown in drawing 9 .

[Drawing 11] It is the top view showing the outline configuration of other waveguide mold light corpuscle children who can apply this invention.

[Drawing 12] It is the perspective view showing a waveguide mold light corpuscle child's outline configuration shown in drawing 11 .

[Drawing 13] It is the perspective view showing the rough configuration of other waveguide mold light corpuscle children who can apply this invention.

[Drawing 14] It is a waveguide mold light corpuscle child's sectional view shown in drawing 13 .

[Drawing 15] It is the perspective view showing the rough configuration of other waveguide mold light corpuscle children who can apply this invention.

[Drawing 16] It is a waveguide mold light corpuscle child's sectional view shown in drawing 15 .

[Drawing 17] It is the explanatory view of the optical coupling approach concerning this invention.

[Drawing 18] They are other explanatory views of the optical coupling approach shown in drawing 17 .

[Drawing 19] They are other explanatory views of the optical coupling approach shown in drawing 14 .

[Drawing 20] It is the top view showing the conventional waveguide mold light corpuscle child's rough configuration.

[Description of Notations]

10 Waveguide Mold Light Corpuscle Child

12 Optical Waveguide

16 Termination Side

100 I/O Section

102 Component End Face

250 Optical Coupling Section

252 Adhesives

Aa The direction of a guided wave

Ba Normal of a termination side

calcium Normal of a component end face

S1, S2 Lightwave signal

alpha, beta Inclination

z Distance

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-167035

(43)公開日 平成11年(1999)6月22日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 B 6/122

識別記号

FI

G 0 2 B 6/12

A

C

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-352113

(22)出願日 平成9年(1997)12月4日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 山田 光志

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

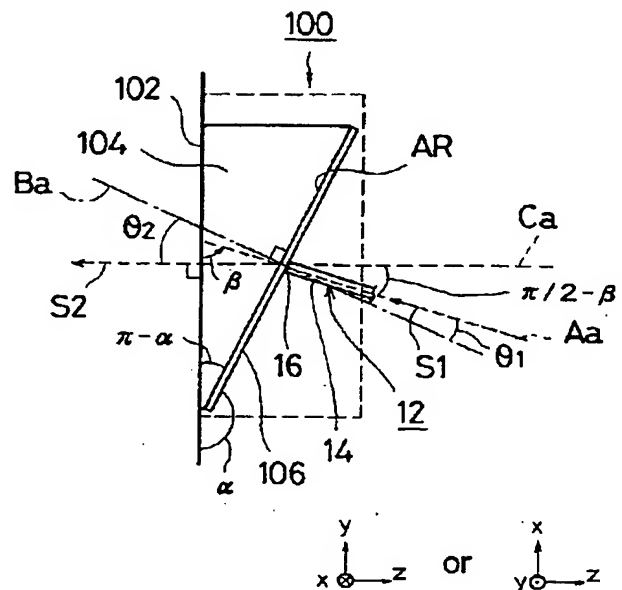
(74)代理人 弁理士 亀谷 美明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光機能素子と光結合方法

(57) 【要約】

【課題】 残留反射を抑制しつつモジュール化に適した光機能素子と光結合方法を提供する。

【解決手段】 光機能素子に適用する入出力部１００において、光導波路１２（屈折率 n_1 ）の終端面１６は、素子端面１０２よりも引込んだ斜面１０６に形成され、その法線 Ba は、導波路端部１４での光の導波方向 Aa に対しては傾角 θ_1 を成す。さらに、法線 Ba が素子端面１０２の法線 Ca に対して成す角は、斜面１０６と素子端面１０２とが成す傾角 α を用いて、 $(\pi - \alpha)$ と表される。さらにまた、入出力部１００においては、出力光信号 S_2 が法線 Ca 方向に出力されるように、 $\beta = \alpha - \cos^{-1}(n_2/n_1 \sin \alpha)$ の関係が成立している（ n_2 は、領域１０４の屈折率）。この入出力部１００において、光機能素子と外部素子とを光結合する場合、終端面１６と外部素子の受光面との間に、例えば充填材料を充填しても良い。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 素子の内部に形成された光導波路を介して前記素子の外部と光の入出力を行う光機能素子であって：前記素子の端面に対して引っ込んだ凹部には、前記光導波路の入出力端面が形成され；前記光導波路の前記入出力端面における軌道接線は、前記入出力端面の法線に対して第1の傾きを成す（ただし、第1の傾きは、0ではない。）；ことを特徴とする、光機能素子。

【請求項2】 前記入出力端面の法線は、前記素子端面の法線に対して第2の傾きを成す（ただし、第2の傾きは、0ではない。）ことを特徴とする、請求項1に記載の光機能素子。

【請求項3】 前記第1の傾きと前記第2の傾きとは、前記入出力端面からの出力光が前記素子端面の法線方向に出力されるように調整されることを特徴とする、請求項2に記載の光機能素子。

【請求項4】 前記入出力端面からの出力光が入力される外部素子の被入力面と、前記入出力端面との間には、屈折率が1より大きい材料が介在することを特徴とする、請求項1、2又は3に記載の光機能素子の光結合方法。

【請求項5】 前記材料は、前記材料の屈折率と前記材料での透過光の光路の長さとの積の4倍が、前記透過光の波長と等しいことを特徴とする、請求項4に記載の光結合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光機能素子と光結合方法、より詳しくは、光導波路を介して光の入出力を行う光機能素子とその光機能素子の光結合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光通信機器の広帯域化及び高出力化及び低雑音化を実現するために、光機能素子の光導波路端面で生じる出力光の残留反射を抑圧する方法（以下「残留反射抑圧法」と称す。）が開発されている。

【0003】かかる状況の下、残留反射の影響が大きい、例えば光変調器、光増幅器、光スイッチ、光波長フィルタ、光波長変換器、又はLED（端面発光LED）等、通常は単一通過型のデバイスとして形成される光素子の残留反射抑圧法は、光通信機器の性能向上に特に効果的であるために、残留反射抑圧法の中でも、最も不可欠な技術であるといえる。

【0004】従来の残留反射抑圧法として、例えば「半導体レーザ光増幅器の現状」、光技術コンタクト、第28巻第4号、（通巻316号）、pp. 53-58、1990には、3つの方法が開示されている。

【0005】上記文献において開示されている方法は、より具体的には

（a）の方法：無反射膜（反射防止膜）を素子端面に形

成することにより、出力光を光素子端面で反射させない方法。

（b）の方法：素子端面と光導波路との間に端面窓を形成することにより、光導波路方向に戻る反射光の結合効率を低減する方法。

（c）の方法：素子端面に対して光導波路を斜めストライプ状に形成することにより、光素子端面での反射光が再び光導波路に戻ってくるのを防ぐ方法、である。

【0006】ここで、かかる従来の残留反射抑圧法を適用した導波路型光素子の例について、図20を参照して簡単に説明する。なお、図20は、主に（c）の方法を適用した導波路型光素子300の概略的な構成を説明するための平面図である。

【0007】導波路型光素子300は、素子端面にあたる劈開面302の法線方向に対して数度傾けた光導波路304を、斜めストライプ状に配置し、劈開面302に直接接続する構成になっている。かかる構成によって、光導波路304で導波された光が劈開面302で反射しても、その反射光は光導波路304方向には戻らず、残留反射を抑圧することができる。尚、導波路型光素子300の動作時には、劈開面302から出力される光は、レンズホルダ306に固定したレンズ308を介して、不図示の外部素子に入力される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、かかる従来の導波路型光素子300では、光導波路304から出力される光は、劈開面302において屈折する。したがって、劈開面302の法線と劈開面302から空気中に出力される光の光路軸とが成す角（以下、「光出射角」と称す。）は、光導波路304の軸と劈開面302の法線方向とが成す角（以下、「光導波路傾斜角」と称す。）よりも大きくなる。例えば、上記文献中では、光導波路傾斜角を約7度に設定してあるが、光出射角は約23度にも成っている。

【0009】光出射角が大きくなると、直径が数百μmから数mm程度の小さなレンズを用いて光を集光して外部素子の半導体光導波路端面に導こうとする場合には、そのレンズ自体及びレンズの固定ホルダが、光を出力する導波路型光素子の半導体素子の半導体チップ若しくはチップを搭載するキャリアにぶつかる。したがって、従来の導波路型光素子はモジュール化が難しかった。

【0010】また、モジュール化を実現するためには、一般に、レンズを用いる代わりに先球ファイバを用いる方法が採用される。しかし、先球ファイバの焦点距離は数μm程度と極めて小さく、先球ファイバと半導体光導波路とを非常に接近させて配置しなければならず、光学アライメント中に先球ファイバと半導体光導波路端面との接触が生じ易い。したがって、両方の先端部を破損するおそれが極めて高いので、先球ファイバを用いることはあまり望ましくない。

【0011】すなわち、従来の導波路型光素子をモジュール化すると、歩留まりの低下を避けることができずに、導波路型光素子を用いた光素子モジュールや光集積回路のコストの削減を困難にしていた。

【0012】本発明は、従来の導波路型光素子が有する上記問題点を鑑みてなされたものであり、残留反射を低減するとともにモジュール化に適した、新規かつ改良された光機能素子を提供することを目的とする。

【0013】さらに、本発明の他の目的は、残留反射の低減を図りつつ、光機能素子の光導波路の入出力端面を損傷させることなく実施できる、新規かつ改良された光結合方法を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、素子の内部に形成された光導波路を介して素子の外部と光の入出力を行う構成であって：素子の端面に対して引っ込んだ凹部には、光導波路の入出力端面が形成され；光導波路の入出力端面における軌道接線は、入出力端面の法線に対して第1の傾きを成す（ただし、第1の傾きは、0ではない。）構成を採用する。。

【0015】かかる構成によって、請求項1に記載の発明は、光導波路の入出力端面に対して、光導波路自体を斜めストライプ状の構造にすることができるため、光導波路からの光の出力時に、入出力端面で生じる反射光（残留反射光）は、光導波路方向には戻らない。したがって、残留反射の影響を低減することができ、広帯域、高出力かつ低雑音の高性能な光機能素子を実現することができる。さらに、請求項1に記載の発明は、入出力端面が素子端面に対して引っ込んだ凹部に形成されるため、微細な光学アラインメントが必要な場合であっても、入出力端面が外部素子と接触する可能性がほとんどない。したがって、例えば外部素子と密着させて光結合させることができるため、取り扱いが容易で、光導波路の損傷が少なく、さらに高集積化が可能な光機能素子を実現することができる。

【0016】さらに、請求項2に記載の発明のように、入出力端面の法線を素子端面の法線に対して第2の傾きを成すように形成すれば、外部からの入力光は、入出力端面において入力方向と別方向に反射される。したがって、入出力端面からの出力光の反射光による干渉作用のみではなく、入出力端面への入力光の反射光による干渉作用をも低減させることができる。また、請求項2に記載の発明においては、第2の傾きの設定によって、出力光を所望の方向に出力できるため、外部素子と如何なる配置関係で光学アラインメントされる場合であっても、それに対応する光機能素子を実現することができる。

【0017】さらにまた、請求項3に記載の発明のように、第1の傾きと第2の傾きとを調整して、出力光が素子端面の法線方向に出力されるように構成した場合に

は、外部素子の端面や外部素子に光を集光するレンズやレンズホルダ等を、素子の端面に対して平行に配置できる。したがって、素子端面に対して、外部素子やレンズやレンズホルダ等の受光面を傾ける必要がないため、光学アラインメントやモジュール化等が容易になる。

【0018】さらにまた、請求項4に記載の発明のように、入出力端面からの出力光が入力される外部素子の被入力面と、入出力端面との間には、屈折率が1より大きい材料が介在する構成を採用すれば、充填材の働きにより一層光結合性が向上し、更に、充填材が衝撃を吸収するため、衝撃や振動等に強い光結合を実現することができる。さらにまた、請求項5に記載の発明のように、材料の屈折率と材料での透過光の光路の長さとの積の4倍が、透過光の波長と等しい構成を採用すれば、光機能素子の入出力端面に無反射コーティングを施さずに、施した場合と同様の効果を得ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、以下の説明及び図面において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付することにより、重複説明を省略する。

【0020】（第1の実施の形態）まず本発明の第1の実施形態について、図1～図6を参照しながら詳細に説明する。最初に、本実施の形態にかかる入出力部100の基本的な構成について、図1及び図2を参照して詳細に説明する。なお、図1は、本実施の形態にかかる入出力部100の概略的構成を示す平面図であり、図2は、入出力部100の概略的構成を示す斜視図である。

【0021】入出力部100において、図1に示すように、光導波路12の導波路端部14は、光の導波方向Aaが素子端面102に対して傾き β を持つように形成される。さらに、入出力部100においては、平面図である図1において略直角三角形で示される部分を、例えば切り欠くことによって、斜辺部分に斜面106が形成された凹部領域104を形成する。かかる凹部領域104の斜面106は、光導波路12の終端面16が形成されるとともに、素子端面102に対して第2の傾きを与える傾角 α を持つ。結果として、導波路端部14の光の導波方向Aaと、斜面106に形成される光導波路12の終端面16の法線Baとは、第1の傾きにあたる角 θ_1 を形成することができる。

【0022】また、光導波路12の終端面16は、光の入出力端面にあたるため、終端面16における光信号の反射ロスをできるだけ抑えた方がよい。このため、終端面16が形成された斜面106には、無反射膜ARがコーティングされている。なお、入出力部100において、傾角 α と傾角 β とが、ほぼ

$$\beta = \alpha - \cos^{-1}(n_2/n_1 \sin \alpha)$$

の関係を満たすように、導波路端部14と斜面106と

は形成される。なお、式中、 n_1 は、光導波路12の屈折率であり、 n_2 は、凹部領域104の屈折率である。ただし、本実施の形態においては、凹部領域104は、切り欠きによる空間として構成されているので、 n_2 は、空気の屈折率である。

【0023】次いで、本実施の形態にかかる入出力部100の動作について、引き続き図1及び図2を参照して説明すると、光導波路12によって導波された光信号S1は、導波路端部14を介して終端面16に伝搬する。

【0024】さらにまた、終端面16に伝搬された光信号S1は、無反射膜ARがコーティングされた終端面16において屈折し（かかる屈折については、後述する。）、終端面16から出力光信号S2として出力される。さらに、出力光信号S2は、凹部領域104及び素子端面102を介して、入出力部100から出力される。

【0025】ここで、終端面16から凹部領域104に出力される時に、光導波路12の屈折率 n_1 と凹部領域104の屈折率 n_2 とが異なることによって生じる屈折について説明する。

【0026】発明者等の知見によれば、かかる屈折において、終端面16の法線Baと導波路端部14の光の導波方向Aaとが成す角 θ_1 と、終端面16の法線Baに対する終端面16からの出力光信号S2が成す角 θ_2 との間には、スネルの法則（屈折の法則）により、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ の関係が成り立つ。

【0027】また、出力光信号S2が、終端面16から素子端面104の法線Ca方向、すなわち素子端面104に対して垂直方向に出力される場合には、幾何学的に $\theta_1 = \pi/2 - (\alpha - \beta)$
 $\theta_2 = \pi - \alpha$ の関係があることが分かる。

【0028】したがって、かかる出力光信号S2が、素子端面102の法線Ca方向に出力される場合には $n_1 \sin (\pi/2 - (\alpha - \beta)) = n_2 \sin (\pi - \alpha)$ の関係、言い換えれば
 $\beta = \alpha - \cos^{-1} (n_2 / n_1 \sin \alpha)$ の関係が成り立つ。

【0029】かかる関係は、入出力部100における傾角 α と傾角 β との関係に等しい。したがって、入出力部100からの出力光信号S2は、終端面16から素子端面104に対して垂直に出力されることが分かる。

【0030】次に、入出力部100が以上説明したような動作をするために必要な傾角 α 及び傾角 β の設定条件について、図2を参照して説明する。なお、図3には、光導波路12の屈折率 n_1 と凹部領域104の屈折率 n_2 の比（以下、「屈折率比」と称す。） n_1 / n_2 が例えば1.5～3.5の範囲にある場合の傾角 α と傾角 β

との関係を示す。

【0031】発明者等の知見によれば、凹部領域104の構成媒質が例えば空気であり、光導波路12の構成媒質が例えば半導体の場合には、屈折率比 n_1 / n_2 は3.0～3.5である。したがって、入出力部100を設計する場合、素子端面104の法線Caと導波路端部14における光の導波方向Aaとの成す角を例えば約7度（この場合、傾角 β は約83度である。）に設定した時には、傾角 α は $\alpha \sim 170$ 度（この場合、 $\pi - \alpha \sim 10$ 度である。）に設定することになる。

【0032】また、発明者等の知見によれば、凹部領域104の構成媒質が例えば空気であり、光導波路12の構成媒質が例えばガラス等を用いたPLC素子やファイバ等の誘電体である場合には、屈折率比 n_1 / n_2 は1.5～2.0である。したがって、入出力部100を設計する場合、傾角 β を例えば約7度に設計した時には、傾角 α は $\alpha = 166 \sim 160$ 度（この場合、 $\pi - \alpha = 14 \sim 20$ 度である。）に設定することになる。

【0033】次に、図4を参照しながら、本実施の形態にかかる入出力部100と、例えば光ファイバ又はPLC素子等の外部素子202との間の光結合の方法について説明する。

【0034】図4に示すように、外部素子202は、コア部204及びコア部204の周囲に形成されたグラッド部206とが、劈開面208で外部素子202の外部にむき出しの状態に構成されている。かかる外部素子202の劈開面208を、入出力部100の素子端面102に、全く隙間を作らずに又はほんの僅かだけ隙間を作って対向させて、光結合を行う。なお、終端面16からの出力光信号S2が、外部素子202のコア部204に入力するように、素子端面102と外部素子202の端面210との位置関係を調整する。

【0035】かかる構成によって、光導波路12によって導波された光信号S1は、終端面16から素子端面102の法線Ca方向に出力され、凹部領域104を介して、外部素子202のコア部204に入射される。また、この様に入出力部100と外部素子202とを光結合した場合、素子端面102には、終端面16からの出力光信号S2の広がり角に応じて、端面コーティングの方法や端面コーティングに使用する素材等を適切に設定しても良い。

【0036】なお、本実施の形態にかかる入出力部100の用途は、光ファイバ又はPLC素子等の外部素子202との光結合に限定されない。例えば、図5及び図6に示すように、光ファイバやPLC素子等の外部素子202の代わりに、入出力部100と同構造の端部を有する素子202aや素子202bを用いて、光結合部200aや光結合部200bを構成することもできる。なお、図5に示す実施の形態は、入出力部100の斜面106と素子202aの入出力端面206aとが交差する

ような角度で配されて、入出力部100の導波路12の方向と素子202bの導波路204の方向を略同一方向に配することを可能にした例を示したものである。これに対して、図6に示す実施の形態は、入出力部100の斜面106と素子202bの入出力端面206bとが略平行の角度で配されて、入出力部100の導波路12の方向と素子206bの導波路204bの方向とが異なるように配することを可能にした例を示したものである。

【0037】次に、本実施の形態にかかる入出力部100の効果について、図4、図7及び図8を参照して説明する。図7に示すように、入出力部100において、終端面16は光導波路12に対して垂直を成すようには配置されていない。したがって、本実施の形態によれば、入出力部100から出力光信号S2を出力する場合、終端面16で反射して光導波路12内部に戻る光（以下、「内部端面反射戻り光」と称す。）Piを大幅に低減することができる。結果として、残留反射である内部端面反射戻り光Piに起因した干渉効果を低減できる。

【0038】さらに、図7に示すように、入出力部100に、レンズホルダHによって固定されたレンズLから、素子端面102に対して垂直に光信号S1が入力される場合、終端面16における残留反射によって生じる反射光（以下、「外部端面反射戻り光」と称す。）Poは、光信号S1とは別の経路に戻る。さらにまた、外部端面反射戻り光は、終端面16aからの出力光信号S2とも、経路が別である。結果として、外部端面反射戻り光Poに起因した干渉効果を大幅に低減できる。

【0039】さらに、図8に示すように、入出力部100において、素子端面102とレンズLとを平行に配置すれば、出力光信号S2の軸をレンズLの軸と平行にする、すなわち出力光信号S2をレンズLに垂直に入射することができる。したがって、例えば直径が数百μmから数mmの大きさのレンズLを用いて、出力光信号S2を集光する場合にも、レンズLやレンズホルダHと素子端面102との間に、容易に十分な間隔を保持することが可能である。結果として、本実施の形態にかかる入出力部100を適用した光機能素子は、光学アライメントの際に素子同士の接触による破損の可能性を低く抑えることができる。

【0040】さらにまた、かかる光学アライメントの容易性は、入出力部100をアレイ状に集積化して形成する場合にも有利である。すなわち、素子端面102に平行に、素子端面102と光結合させる外部素子の端面を配置すれば良いため、外部素子には特別な加工、例えば入力部を傾斜させる必要がない。したがって、光集積回路上に入出力部100をアレイ状に集積化しても、外部素子との光結合性を高く維持できる。

【0041】さらにまた、外部から入出力部100に光を導く場合にも同様の効果が期待できる。すなわち、残留反射の低減と光結合の容易性の確保との両方を維持す

ることができる。

【0042】さらにまた、素子端面102に対して終端面16が入出力部100の内部に引っ込んでいるので、従来生じていた、チップ劈開後の光導波路端面のコーティング工程やその他の組立工程などの際に光導波路端面が直接他の物質に接触する可能性が減少する。したがって、歩留まりの高い廉価な導波路型光素子を実現することができる。

【0043】さらにまた、入出力部100において、図4に示すように、終端面16が素子端面102に対して引っ込んだ構造になっていることによって、外部素子202と光結合させる場合には、入出力部100の素子端面102と外部素子202の劈開面208とを密着させて光結合できる。結果として、光結合部での多重反射を低減することができ、例えば光の伝搬過程で発生するノイズや光導波路の入出力端面で発生する迷光等を低減することができる。

【0044】さらにまた、入出力部100と外部素子202とを密着させない場合であっても、終端面16の損傷を考慮せずに、光学アライメントを行える。したがって、光結合を行う素子端面102と外部素子202の劈開面208との間の距離を精度良く一定に保つことができ、特性の均一な光素子モジュールを製造することができる。

【0045】（第2の実施の形態）本実施の形態にかかる導波路型光素子10は、図9及び図10に示すように、光導波路12を介して、第1及び第2の入出力部100a、100bを配した構造となっている。なお、第1及び第2の入出力部100a、100bは、すでに説明した第1の実施の形態にかかる入出力部100と略同一構造を有しているため、その構成及び作用効果については、詳細説明は省略し、その特徴的な部分のみを以下に説明することにする。すなわち、本実施の形態にかかる導波路型光素子10は、光信号の入出力面にあたる光導波路120の両端面（終端面16a及び終端面16b）に無反射膜ARのコーティングを施した単一透過構造となる。このため、導波路型光素子10は、光導波路120に例えば光変調手段や光増幅手段等を設置すれば、透過型の変調素子や増幅素子として構成することもできる。

【0046】次に、本実施の形態にかかる導波路型光素子10の動作について、引き続き図9及び図10を参照しながら説明すると、導波路型光素子10に、光信号S1が第2入出力部100bから入力された場合、光信号S1は、入出力部100bの切り欠かれた凹部領域104bを介して終端面16bから光導波路120に入力される。さらに、光信号S1は、光導波路120によって導波され、光導波路120の第1入出力部100aにおける終端面16aに伝搬する。

【0047】さらにまた、終端面16aに伝搬された光

信号 S1 は、無反射膜 AR がコーティングされた終端面 16a において屈折し、終端面 16a から出力光信号 S2 として出力される。さらに、出力光信号 S2 は、凹部領域 104a 及び素子端面 102a を介して、導波路型光素子 10 から出力される。

【0048】一方、導波路型光素子 10 において、第 1 入出力部 100a 側から光信号 S1 が入力された場合は、光信号 S1 は、第 2 入出力部 100b 側から光信号 S1 が入力された場合とは逆の経路を通して、光導波路 120 の第 2 入出力部 100b における終端面 14b から、出力光信号 S2 として出力される。なお、この場合も、第 2 入出力部 100b 側から光信号 S1 が入力された場合と同様に、光信号 S1 は終端面 16b で屈折し、出力光信号 S1 として、素子端面 102b の法線 Cb 方向に出力される。

【0049】本実施の形態にかかる導波路型光素子 10 は、上記第 1 の実施の形態で説明したと同様の効果を得ることができる。すなわち、導波路型光素子 10 は、光導波路 120 の終端面 16a と終端面 16a とにおける残留反射による干渉作用を抑制することができるとともに、光学アラインメントの容易性及び外部素子との高い光結合性を確保でき、さらには、モジュール化にも適している。

【0050】（第 3 の実施の形態）次に本発明の第 3 の実施の形態について、図 11 及び図 12 を参照して説明する。なお、図 11 は、導波路型光素子 20 の概略的な構成を説明するための平面図であり、図 12 は、その概略的な構成の斜視方向からの見取図である。また、第 3 の実施の形態にかかる導波路型光素子 20 の構成要素のうち、上記第 1 及び第 2 の実施の形態において説明した構成要素と実質的に同一のものについては、略同一の符号を付することにより詳細な説明は省略する。

【0051】最初に、本実施の形態にかかる導波路型光素子 20 の構成について説明すると、導波路型光素子 20 において、入出力端部 24 には、上記第 1 の実施の形態にかかる入出力部 100 と同構成の入出力部 100a が配置されており、入出力端部 24 とは反対側に位置する素子端面 26 には全反射膜 HR がコーティングされている。さらに、入出力部 100a と全反射膜 HR とは、光導波路 28 によって接続されている。

【0052】したがって、導波路型光素子 20 は、光導波路 28 に例えば光変調手段や光増幅手段等を設置すれば、素子端面 26 に全反射膜 HR がコーティングされた二重通過型（反射型）の光変調素子や光増幅素子にすることができる。

【0053】かかる構成によって、導波路型光素子 20 外部から入出力部 100a に入力された光信号 S1 は、光導波路 28 によって導波されて、素子端面 28 に伝送される。さらに、素子端面 28 に伝送された光信号 S1 は、全反射膜 HR において反射され、再び光導波路 28

によって導波されて入出力部 100a に伝搬する。入出力部 100a において、光信号 S1 は、無反射膜 AR がコーティングされた終端面 16a から、屈折後に、素子端面 102a の法線 Ca 方向に出力光信号 S2 として出力される。

【0054】以上説明した本実施の形態にかかる導波路型光素子 20 においては、外部端面反射戻り光 Po は、入出力部 100a への光信号 S1 及び入出力部 100a からの出力光信号 S2 と経路が別である。したがって、導波路型光素子 20 は、外部端面反射戻り光 Po に起因した干渉効果を大幅に低減できるため、第 1 の実施の形態にかかる導波路型光素子 20 よりも製造が容易でありながら、第 1 の実施の形態にかかる導波路型光素子 20 と同じ程度かそれ以上の効果が得られる。また、本実施の形態にかかる導波路型光素子 20 は、上記第 1 の実施の形態にかかる入出力部 100a と同様に、内部端面反射戻り光（図示せず）に起因した干渉効果も低減することができる。

【0055】さらに、本実施の形態にかかる導波路型光素子 20 の入出力部 100a 側においては、終端面 16a が素子端面 102a よりも引っ込んで形成されているために、終端面 16a が光学アラインメントや他素子との光結合等の際に損傷する可能性が大幅に減る。さらに、入出力部 100a 側においては、出力光信号 S2 が素子端面 102a の法線 Ca 方向に出力されることにより、導波路型光素子 20 は他素子の受光面に対して何等制限を与えることなく集積化が可能である。

【0056】さらにまた、光導波路 28 に例えば光変調手段や光増幅手段等を設置して、光変調素子や光増幅素子として導波路型光素子を用いる場合、光に対して、往路と復路で変調や増幅を駆けることが可能である。したがって、変調や増幅の効果を重ね合わせることが可能となり、様々な出射光を得ることができる。

【0057】（第 4 の実施の形態）次に、本発明の第 4 の実施の形態について、図 13 及び図 14 を参照して説明する。なお、図 13 は、本実施の形態にかかる透過型の導波路型光素子 30 の概略的な構成を示す斜視図であり、図 14 は、導波路型光素子 30 の図 13 中の E-E、F-F' における断面図である。

【0058】まず、本実施の形態にかかる透過型の導波路型光素子 30 の構成について説明する。導波路型光素子 30 において、図 13 に示すように、光導波路 32 の素子端面 30c 側には、第 1 入出力部 100c が配置されている。一方、光導波路 32 の素子端面 30d 側には、第 2 入出力部 100d が配置されている。かかる第 1 入出力部 100c と第 2 入出力部 100d とは、図 13 中 x 方向から観て、図 1 に示す上記第 1 の実施の形態にかかる入出力部 100 と同様の構成を有している。

【0059】すなわち、図 14 に示すように、第 1 入出力部 100c において、光導波路 32（屈折率 n1）の

導波路端部34aは、光の導波方向Acが素子端面30cに対して傾き δ を持つように形成される。さらに、第1入出力部100cにおいては、導波路型光素子30の側方(図14中x方向から観た場合である。なお、図11においては、鉛直方向をy方向、素子端面30cの法線方向をzとしている。)から観て略直角三角形に形成された部分を切り欠くことによって、素子端面30cに対して第2の傾きにあたる傾角 γ を持つ斜面106cを形成する。結果として、導波路端部34cの光の導波方向Acと、斜面106cに形成される光導波路32の終端面36cの法線Baとは、第1の傾きにあたる角 θ_3 を形成することができる。

【0060】また、第1入出力部100cにおいて、光導波路32の終端面36cは光の入出力端面にあたるため、終端面16cにおける光信号の反射ロスをできるだけ抑えた方がよい。このため、終端面16cが形成された斜面106cには、無反射膜ARがコーティングされている。

【0061】さらに、第1入出力部100cにおいては、終端面16cの外部の屈折率を n_2 として、傾角 γ と傾角 δ とが、ほぼ

$$\delta = \gamma - \cos^{-1}(n_2/n_1 \sin \alpha)$$

の関係を満たすように、導波路端部34cと斜面106cとは形成される。一方、第2入出力部100dも、かかる第1入出力部100cと同様に構成されている。

【0062】かかる構成を有する本実施の形態にかかる導波路型光素子30に、光信号S1が第2入出力部100d側から入力される場合には、素子端面30dの法線Cd上を伝搬して来た光信号S1は、終端面36dから光導波路32に入力される。さらに、光信号S1は、光導波路32によって導波され、第1入出力部100cの終端面36cに伝搬する。さらにまた、光信号S1は、終端面36cにおいて屈折し、素子端面30cの法線Cc方向に出力光信号S2として出力される。

【0063】一方、光信号S2が、第1入出力部100cから入力された場合(図示せず)には、光信号S2が第2入出力部100d側から入力された場合とは、逆の順番で導波路型光素子30内部を通過し、第2入出力部100dから出力光信号S2として出力される。

【0064】以上説明した本実施の形態にかかる導波路型光素子30においても、上記第1及び第2の実施の形態と同様に、光導波路32の終端面36c及び終端面36dにおける残留反射の影響を抑えることができる。また、本実施の形態にかかる導波路型光素子30においては、終端面36a及び終端面36dが、素子端面30c及び30dよりも引っ込んでいるとともに、出力光信号S2が両素子端面の法線方向に出力される。したがって、終端面36c及び終端面36dとが損傷する可能性が大幅に減るとともに、他素子の受光面に対して傾斜をつける等の加工をせずに集積化が可能である。

【0065】(第5の実施の形態)次に、本発明の第5の実施の形態について、図15及び図16を参照して説明する。なお、図15は、本実施の形態にかかる反射型の導波路型光素子40の概略的な構成を示す斜視図であり、図16は、導波路型光素子40の図50中のG-G、H-H'における断面図である。

【0066】導波路型光素子40は、図15に示すように、第3の実施の形態にかかる導波路型光素子30(図13)において、入出力部100dを配置する代わりに全反射膜HRをコーティングした素子端面40aを配置する構成になっている。すなわち、本実施の形態にかかる導波路型光素子40は、第3の実施の形態にかかる導波路型光素子30の反射型の例といえる。

【0067】したがって、本実施の形態にかかる導波路型光素子40は、光を往路と復路とで変化させることができるため、残留反射の抑制及びモジュール化に対する適性を維持しつつ、様々な出力光を得ることができる。

【0068】(第6の実施の形態)次に、第6の実施の形態について、図17～図19を参照して説明する。なお、図17は、本実施の形態にかかる光結合方法を適用した光結合部250の説明図であり、図18及び図19は、本実施の形態にかかる光結合方法を適用した他の光結合部250a及び光結合部250bの説明図である。

【0069】光結合部250は、図17に示すように、上記第1の実施の形態において説明した、図1に示す入出力部100と外部素子202との光結合部200において、入出力部100の凹部領域104に介在材料としてUV硬化の接着剤252を充填することにより構成される。すなわち、図17に示すように、光結合部250において、入出力部100の斜面106と外部素子202の劈開面208とは、入出力部100の凹部領域104に充填された接着剤252によって接着される。なお、光結合部250においては、終端面16からの出力光信号S2が、コア部204に入力されるように、外部素子202の端面210と素子端面102との位置関係を調整する。

【0070】かかる構成によって、終端面16において光導波路12から出力される出力光信号S2は、接着剤252が充填された凹部領域104及び素子端面102を介して、コア部204に入力される。

【0071】なお、本実施の形態において、終端面16は、光導波路12及びコア部204の屈折率に応じて、適当な反射率の端面コーティングを施してもよい。さらに、素子端面102と終端面16との距離は、接着剤252の屈折率や終端面16を出力光信号S2が射出するときの広がり角や端面コーティング方法などを考慮して適切に設定することが望ましい。

【0072】さらにまた、図17に示す本実施の形態にかかる光結合部250において、接着剤252の屈折率 n_3 を空気若しくは真空の屈折率(~ 1)よりも大きく

する、すなわち

$$1 < n_3$$

の関係を満足するように調整すれば、コア部204の端面210と終端面16との間で生じる光信号S1の広がり（光の回折効果によるビーム広がり）をより小さくすることができる。

【0073】さらに、本実施の形態にかかる光結合部250において、光導波路12の屈折率 n_1 と接着剤252の屈折率 n_3 とコア部204の屈折率 n_4 とを $n_1 < n_3 < n_4$ 、若しくは $n_1 > n_3 > n_4$ の関係を満たすように設定し、かつ、接着剤252における出力光信号S2の光路である、終端面16とコア部204の劈開面210との間の距離を z とした場合、 $4n_4z = \lambda$

の関係を満足するようにすることが可能である。ただし、 λ は光の真空もしくは空気中での波長である。

【0074】このとき、終端面16にあらかじめ無反射コーティングを施すことなく、終端面16とコア部204の端面210との間では無反射条件を成立させることができる。

【0075】本実施の形態にかかる光結合方法を用いれば、例えば接着剤252を用いていることで、光結合部250の密着性が向上する。さらに、接着剤252がクッションの役割を果たすため、機械的衝撃や振動等に対する耐性が高い光素子モジュールを作成することが可能となる。

【0076】さらに、屈折率 n_3 が1よりも大きい接着剤252を用いることにより、終端面16とコア部204の劈開面210との間での光の回折効果によるビーム広がりを小さくすることができる。したがって、光結合部の光結合効率を向上させることができる。さらにまた、光導波路12の終端面16に端面コーティングを施さずとも無反射条件の実現が可能となる。

【0077】さらにまた、本実施の形態においては、図18及び図19に示すように、外部素子250を入出力部100と同構造を有する外部素子250aや外部素子250bを用いて、本実施の形態にかかる光結合方法によって、光結合部250aや光結合部250bを形成しても良い。なお、図18及び図19に示す構造は、充填材252a、252bを充填する以外については、図5及び図6に示す構造と同様なので、略同一の機能構成を有する部材については、同一の参照番号を付することにより重複説明を省略する。

【0078】以上、本発明の好適な実施の形態について、添付図面を参照しながら説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0079】例えば、上記実施の形態においては、導波路型光素子を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、他の様々な用途光機能素子、例えばレーザ、光変調素子、モード変換素子、PD、光スイッチ、分波素子、合波素子、光フィルタ、波長変換素子、LED（端面発光LED）、DFB-LD又はこれらの素子を適当に組み合わせて集積化した素子等に対しても適用することができる。

【0080】また、本発明は、様々な材料や構造や寸法等を有する導波路型光素子に対しても適用することができる。

【0081】また、上記実施の形態においては、AR膜及びHR膜を端面にコーティングした導波路型光素子を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、他の様々な端面コーティングの形成方法やコーティング膜の層数やコーティング膜の材料等によって端面をコーティングを施された導波路型光素子に対しても適用することができる。

【0082】また、上記実施の形態においては、充填材料としてUV硬化の接着剤を用いた光結合方法を例に挙げて説明したが、本発明はかかる構成に限定されない。本発明は、硬化させたUV硬化の接着剤や他の様々な充填材料を用いた光結合方法に対しても適用することができる。

【0083】

【発明の効果】本発明によれば、残留反射で発生する反射光による干渉作用を防止することができ、更に光結合度を高く維持すること及び光学アライメントが容易である光機能素子を実現することができる。したがって、光機能素子の比較的簡単なモジュール化が可能となる。

【0084】さらに、本発明によれば、光機能素子内の光導波路面が保護された状態となるため、例えば光集積回路の作製時や光学系の構築時等に光導波路に損傷を与える可能性を低減することができる。したがって、歩留まりの高い廉価な光集積回路や光学系を提供することが可能となる。

【0085】さらにまた、本発明によれば、材料を介在させるだけで、素子端面に無反射膜をコーティングした場合と同様の効果のある光結合方法が可能となる。したがって、モジュール化する光機能素子の製造工程から、端面コーティング工程を省略することができ、光モジュールの更なる歩留まりの向上及びコスト削減が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用可能な入出力部の概略構成を示す平面図である。

【図2】図1に示す入出力部の概略的な斜視図である。

【図3】図1に示す入出力部の設定条件の説明図である。

【図4】図1に示す入出力部の他素子との光結合の方法

の説明図である。

【図5】図1に示す入出力部と他素子との他の光結合の方法の説明図である。

【図6】図1に示す入出力部と他素子との他の光結合の方法の説明図である。

【図 7】図 1 に示す入出力部の効果説明図である。

【図 8】図 1 に示す入出力部の他の効果説明図である。

【図 9】本発明を適用可能な導波路型光素子の概略構成を示す平面図である。

【図10】図9に示す導波路型光素子の概略的構成を示す斜視図である。

【図 11】本発明を適用可能な他の導波路型光素子の概略構成を示す平面図である。

【図１２】図１１に示す導波路型光素子の概略構成を示す斜視図である。

【図 13】本発明を適用可能な他の導波路型光素子の概略的構成を示す斜視図である。

【図 14】図 13 に示す導波路型光素子の断面図である。

【図 15】本発明を適用可能な他の導波路型光素子の概略的構成を示す斜視図である。

【図16】図15に示す導波路型光素子の断面図であ

* 3.

【図 17】本発明にかかる光結合方法の説明図である。

【図 18】図 17 に示す光結合方法の他の説明図である。

【図 19】図 14 に示す光結合方法の他の説明図である。

【図20】従来の導波路型光素子の概略的構成を示す平面図である。

【符号の説明】

10 導波路型光素子

12 光導波路

16 終端面

100 入出力部

102 素子端面

250 光結合部

252 接着剂

A a 導波方向

Ba 終端面の法線

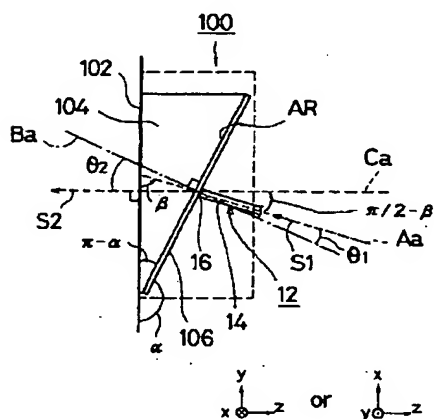
Ca 素子端面の法線

S 1, S 2 光信号

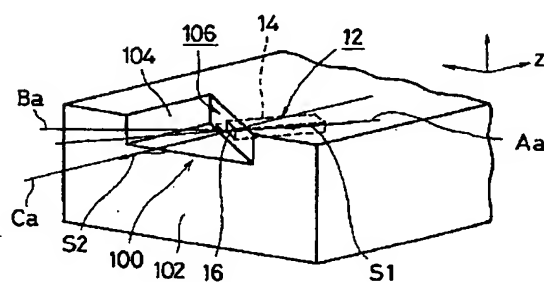
 α, β 傾角

Z 距離

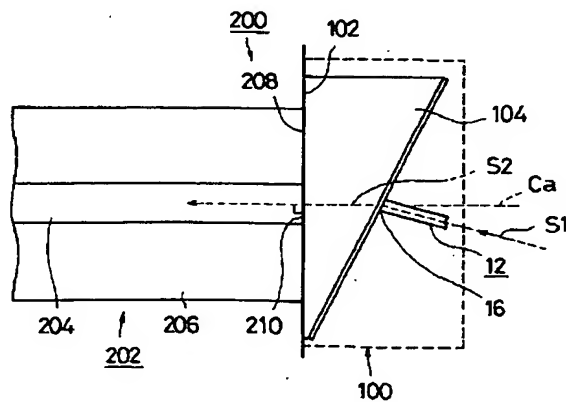
【圖 1】



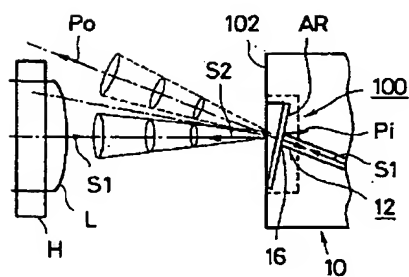
【図2】



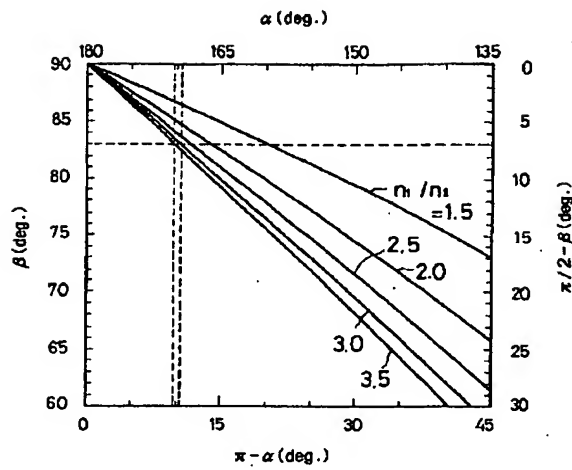
【図4】



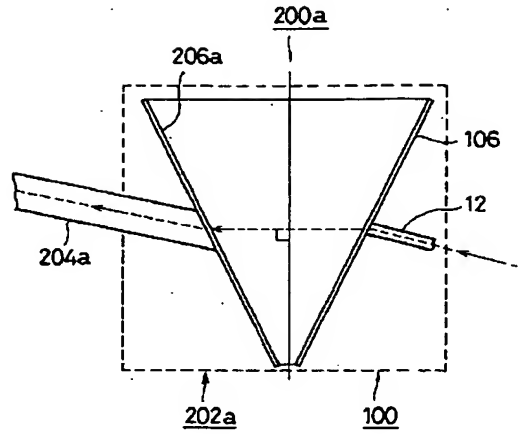
【圖 7】



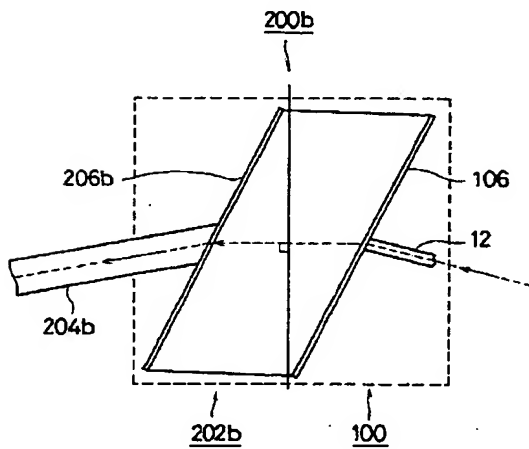
【図3】



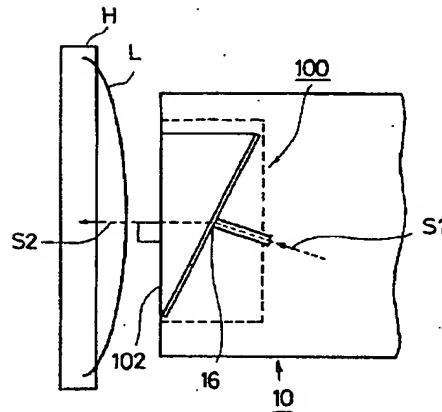
【図5】



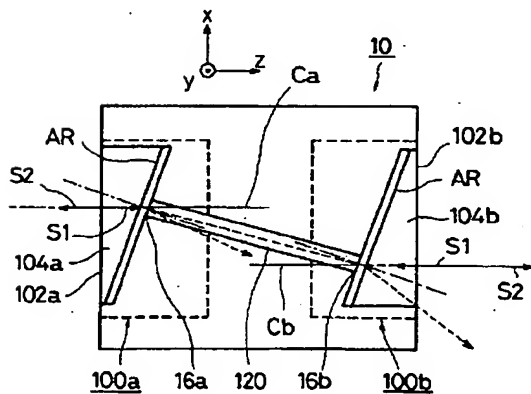
【図6】



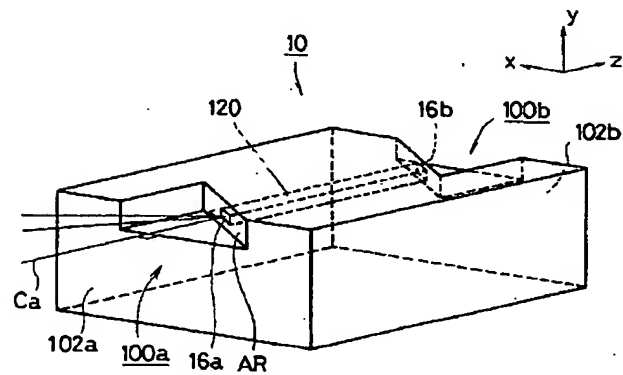
【図8】



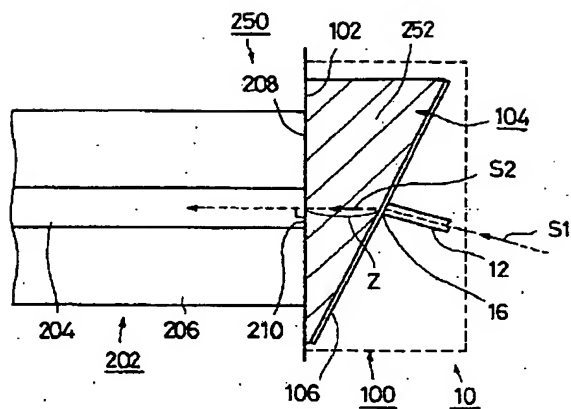
【図9】



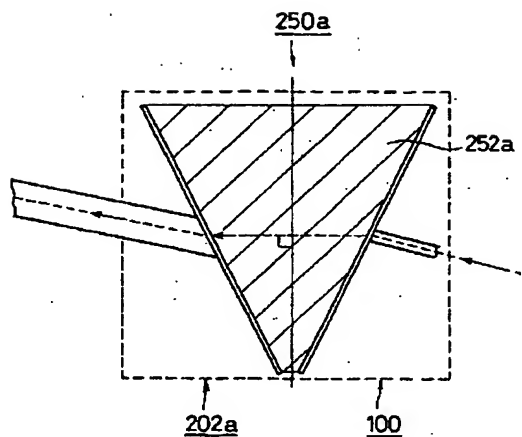
【図10】



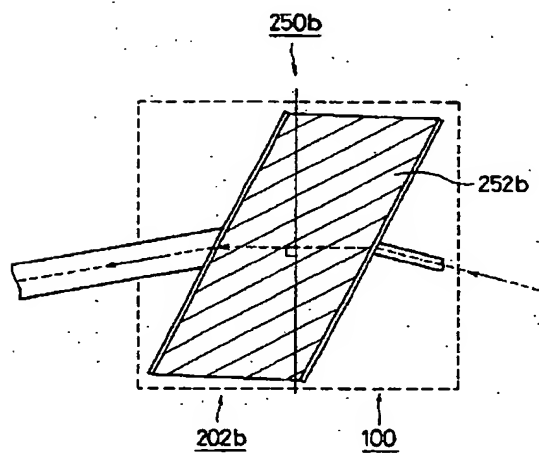
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

